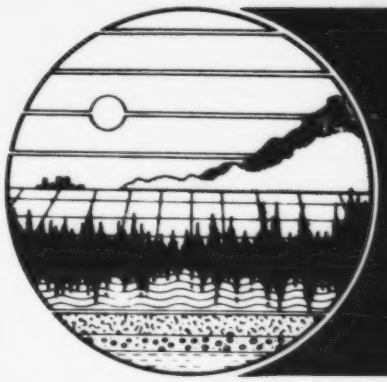


DIRECTION GÉNÉRALE DES TERRES

LANDS DIRECTORATE

MILIEUX HUMIDES DE LA RÉGION DE MONTRÉAL

1966-1981

WETLANDS IN THE MONTREAL REGION

Environnement Canada

Environment Canada

Canada

MILIEUX HUMIDES DE LA RÉGION DE MONTRÉAL
WETLANDS OF THE MONTREAL REGION
1966 - 1981

par/by

Johanne Champagne
et/and
Michel Melançon

PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE L'UTILISATION DES TERRES AU CANADA
CANADA LAND USE MONITORING PROGRAM

octobre/October
1985

Document de Travail n^{O} 39
Environnement Canada
Direction générale des terres
Région du Québec

Working Paper No. 39
Environment Canada
Lands Directorate
Quebec Region

RÉSUMÉ

La présente étude a été réalisée par la Direction générale des terres d'Environnement Canada dans le cadre de son programme de surveillance de l'utilisation des terres au Canada. Elle traite des milieux humides de 1981 de la région de Montréal, ainsi que des pertes et des gains de milieux humides qui sont survenus au cours de la période s'échelonnant de 1966 à 1981. Un total de 5 427 ha de milieux humides ont été inventoriés en 1981, ce qui représente seulement 1,4% de la région étudiée. Les marécages représentent un peu plus de la moitié des milieux humides, tandis que les marais et les tourbières ombrotrophes, près du quart chacun. Les sols légèrement submergés et les tourbières minérotrophes sont rares. Entre 1966 et 1981, 7,0% (406 ha) des milieux humides de la région étudiée ont été perdus aux dépens de l'urbanisation et de l'agriculture, alors qu'un gain de 0,2% (14 ha), résultant d'une élévation de la nappe phréatique, a été enregistré. La perte nette de milieux humides se chiffre donc à 6,7% (392 ha) au cours de cette quinzainne, soit 26,1 ha par année.

ABSTRACT

This study was conducted by the Canada Land Use Monitoring Program of the Lands Directorate, Environment Canada and focusses on wetland present in 1981 as well as on wetland loss and gain between 1966-1981 in the Montreal region. A total of 5 427 ha of wetland was recorded in 1981, representing only 1,4% of the entire study area. Swamps account for a little over half of the total wetland, while marshes and bogs occupy nearby one quarter each. Shallow water and fens are scarce. Between 1966 and 1981, 7,0% (406 ha) of the region's wetland area had been lost to urban and agricultural land use activities. A gain of 14 ha during the study period resulted from a man-induced rise in the water table, representing a 0,2% gain in wetland area since 1966. Hence, net wetland loss amounted to 6,7% (392 ha) between 1966-1981, with an annual rate of loss estimated at 26,1 ha/year.

Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1985
Nº de catalogue EN 73-4/39
ISBN: 0-662-53591-X

Minister of Supply and Services Canada, 1985
Catalogue No. EN 73-4/39
ISBN: 0-662-53591-X

TABLE DES MATIÈRES / TABLE OF CONTENTS

	Page
RÉSUMÉ / ABSTRACT	iii
INTRODUCTION / INTRODUCTION	1
RÉGION ÉTUDIÉE / STUDY AREA	2
MÉTHODES / METHODS	2
COUVERTURE DES TERRES EN 1981 / LAND COVER IN 1981	4
MILIEUX HUMIDES EN 1981 / WETLAND IN 1981	5
Tourbière ombrotrophe / Bog	6
Tourbière minérotrophe / Fen	8
Marécage / Swamp	9
Marais / Marsh	11
Sols légèrement submergés / Shallow water	12
PERTES ET GAINS ENTRE 1966 ET 1981 / LOSSES AND GAINS BETWEEN 1966 AND 1981	13
CONCLUSIONS / CONCLUSIONS	19
RÉFÉRENCES / REFERENCES	20

LISTE DES TABLEAUX / LIST OF TABLES

Page

1 Superficie de la couverture des terres de 1981 de la région de Montréal / Land Cover Area in 1981 of the Montreal Region 5

2 Superficie des milieux humides (1966 - 1981) / Wetland Area (1966 - 1981) 6

3 Pertes et gains de milieux humides (1966-1981) / Wetland Loss and Gain (1966-1981) 14

LISTE DES FIGURES / LIST OF FIGURES

1 Région étudiée / Study Area 3

2 Superficie des milieux humides (1966-1981) / Wetland Area (1966-1981) 7

3 Pertes et gains de milieux humides (1966-1981) / Wetland Loss and Gain (1966-1981) 15

4 Exemples de pertes de milieux humides / Examples of Wetland Loss 16

A: Blainville 17
B: L'Assomption 18

INTRODUCTION

Les milieux humides sont des endroits saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour que le sol présente des caractéristiques liées aux conditions humides et supporte une végétation de type hygrophile ou, du moins, capable de tolérer des inondations périodiques (Tarnocai, 1979). Ils jouent un rôle très important du point de vue faunique, hydrologique et récréatif. Ils fournissent des sites de reproduction, de nidification, d'alimentation et constituent des abris pour la faune. Ils réduisent les risques d'inondation, contribuent à l'épuration des eaux et protègent les berges contre l'érosion. Enfin, ce sont des lieux privilégiés pour les activités éducatives et récréatives.

Dans la région de Montréal, les habitats humides sont rares et menacés par l'urbanisation et l'agriculture. Aussi, la Direction générale des terres d'Environnement Canada a entrepris la cartographie, la planimétrie et l'analyse des milieux humides de 1981 de même que l'étude des pertes et des gains qui sont survenus de 1966 à 1981.

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Programme de surveillance de l'utilisation des terres du Canada (PSUTC). Ce programme a été mis sur pied en 1978 par Environnement Canada afin de cartographier, de mesurer et d'analyser les changements d'utilisation des terres. Il comprend quatre composantes principales afin de faciliter la surveillance des diverses formes d'utilisation

INTRODUCTION

Wetland is land saturated with water or flooded for a period long enough that the soil reveals features associated with wet conditions and on which vegetation is hydrophytic or at least tolerant to periodic flooding (Tarnocai, 1979). Wetland plays key roles in our ecosystems for wildlife and fish as well as in hydrology and recreation. Providing habitats for reproduction, nesting, feeding and shelter for wildlife, wetland also reduces the risk of flooding, contributes to water purification, and protects river banks from erosion. Finally, it comprises excellent areas for education and recreation activities.

In the Montreal region, wetland habitats are scarce and threatened by urbanization and agriculture. Accordingly, the wetland present in 1981 and the losses and gains which occurred between 1966 and 1981 were mapped, measured and analysed.

This study was conducted by the Canada Land Use Monitoring Program (CLUMP). This program was established in 1978 by Environment Canada for the purpose of mapping, measuring and analysing land use changes in Canada. Under the program, four major components have been identified for monitoring the diverse forms of land use in Canada: Urban-Centred Regions, Rural Areas, Wildlands and Prime Resource Lands. One of the objectives of the Prime Resource Lands component is to study changes in wetland of national importance and which is subject to land use conflicts. The wetland of the Montreal region falls into this category.

des terres: les régions urbaines, les régions rurales, les régions peu habitées et les terres dites de choix. L'étude des terres de choix porte sur l'évolution de l'utilisation des terres ayant une richesse certaine et qui sont soumises à des conflits d'utilisation. Les milieux humides de la région de Montréal font partie de cette catégorie.

RÉGION ÉTUDIÉE

La région étudiée comprend les îles de Montréal et de Laval de même qu'une bande de terre d'une largeur variant de 10 à 30 km autour de ces îles (figure 1). Elle correspond aux régions urbaines de Montréal, Valleyfield et Saint-Jean du PSUTC (Rump, 1983). Ces régions urbaines représentent 112 municipalités et occupent environ 402 000 ha.

MÉTHODES

La première étape du travail a été la revue de littérature. Par la suite, on a effectué une première interprétation des 220 photographies aériennes (noir et blanc) prises en septembre 1966 à l'échelle de 1:40 000. La classification utilisée a été celle établie par le Groupe national de travail sur les milieux humides qui fait partie du Comité canadien de la classification écologique du territoire (Tarnocai, 1979).

Au cours des travaux sur le terrain, une équipe de deux personnes a consacré une quinzaine de jours en août 1983 pour visiter 160 zones, soit 50% du nombre total de zones. Des relevés de végétation avec récolte de plantes y ont été effectués. En plus, quelques observations pédologiques ont été consignées.

STUDY AREA

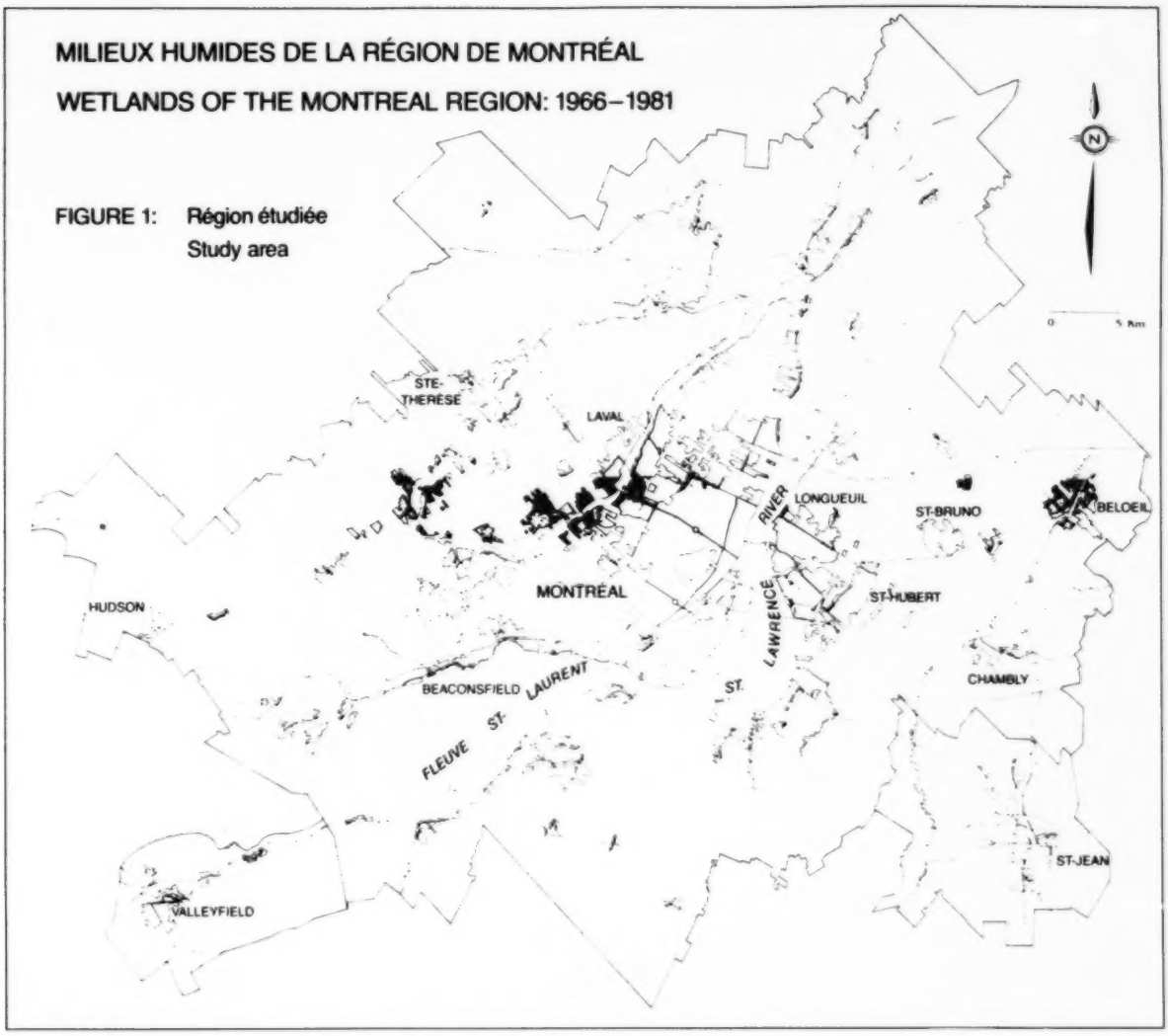
The study area covers a 10-30 km urban fringe around and including the Montreal and Laval islands (Figure 1). The study area corresponds with the Montreal, Valleyfield and Saint-Jean Urban-Centred Regions (UCRs) of CLUMP as outlined by Rump (1983). These UCRs represent 112 municipalities and cover approximately 402 000 ha.

METHODS

A literature review preceded preliminary photointerpretation, using 220 panchromatic 1:40 000 airphotos taken in September 1966. The wetland classification system developed by the National Wetland Working Group of the Canada Committee on Ecological Land Classification (Tarnocai, 1979) was used.

In August 1983, a field team checked 160 sites, representing 50% of all sites identified. Vegetation and soil sampling was carried out and plant specimens were collected for laboratory identification.

The final photointerpretation was completed with the aid of soil, forest cover and flood risk maps. The units delineated on the 1:40 000 airphotos were transferred onto 1:50 000 base maps with a stereo zoom transferscope, using 1981 land use maps as a base. These maps were produced by the Lands Directorate for the UCR component of CLUMP (Gierman, 1981). Wetland losses were obtained by overlaying the 1966 wetland maps with the 1981 land use maps. The term "loss" refers to any unit which has been permanently modified. Modifications which have not altered the hydrological system of wetland are not



On a procédé à la photo-interprétation finale en utilisant des cartes pédologiques, forestières et de risques d'inondation. Les zones délimitées sur les photographies aériennes au 1:40 000 ont été restituées sur des cartes de base au 1:50 000 à l'aide d'un stéréorestituteur, tout en tenant compte des cartes d'utilisation des terres de 1981. Ces dernières ont été dressées par la Direction générale des terres dans le cadre du PSUTC, volet des régions urbaines (Gierman, 1981). Les pertes de milieux humides ont été obtenues considered to be losses. Gains were obtained by conducting a photointerpretation study of 1981 wetland, using panchromatic 1:20 000 airphotos taken in 1981, and comparing the units thus identified with those appearing on the wetland maps for 1966.

The 1981 land cover data was obtained from the 1981 CLUMP land use maps for the Montreal, Valleyfield and St-Jean UCRs. Maps for the first UCR were digitized and the surface areas derived using the Canada Land

en superposant manuellement les cartes des milieux humides de 1966 et celles montrant l'utilisation des terres de 1981. Seuls les milieux humides ayant subi des modifications permanentes ont été considérés comme des zones perdues. Les gains, eux, ont été obtenus en effectuant la photo-interprétation des milieux humides de 1981 (photographies aériennes noir et blanc prises en 1981 à l'échelle de 1:20 000) et en comparant ces zones avec celles apparaissant sur les cartes de milieux humides de 1966.

Les données sur la couverture des terres proviennent des cartes d'utilisation des terres de 1981 des régions urbaines de Montréal, Valleyfield et St-Jean. Les cartes de la première région ont été entrées dans un système informatique (Système de données sur les terres du Canada) et les superficies des unités cartographiques ont été calculées de façon automatique. Celles des deux autres régions ont été mesurées au moyen d'une grille de points cotés (1 point = 0,60 ha). Les superficies des milieux humides ont été mesurées à l'aide d'un digitimètre et d'une grille de points cotés (1 point = 0,40 ha). La nomenclature taxonomique utilisée est celle de Scoggan (1979), pour les plantes vasculaires, et d'Ireland et al (1980) pour les bryophytes.

COUVERTURE DES TERRES EN 1981

Dans la région de Montréal, l'espace occupé par la terre et l'eau totalisait respectivement 340 000 ha et 62 000 ha (85% et 15%) en 1981. Les superficies des éléments qui recouvraient la surface de la terre sont présentées dans le tableau 1.

Data System. The surface areas for the two other UCRs were manually measured using a dot grid (1 dot = 0,60 ha). Wetland areas were measured using a digitizer and a dot grid (1 dot = 0,40 ha). The taxonomic nomenclature for the vascular plants and bryophytes utilizes Scoggan (1979) and Ireland et al (1980).

Milieux humides de la région de Montréal/ Typical Wetland in the Montreal Region

LAND COVER IN 1981

In the study area, the land and water occupied 340 000 ha and 62 000 ha (85% and 15%) respectively in 1981. The land cover is listed in Table 1.

Tableau 1
Superficie de la couverture des terres de 1981 de la région de Montréal

	(ha)
Végétation artificielle	137 000
Céréales et légumes	70 000
Fourrages	65 000
Petits fruits	2 000
Végétation "naturelle"	120 000
Arbres	54 000
Arbustes	21 000
Herbes	45 000
Surfaces bâties	83 000
Terre (total)	340 000
Eau (total)	62 000
Région étudiée (total)	402 000

Les surfaces recouvertes de végétation artificielle et les surfaces bâties se chiffraient à 220 000 ha, ce qui représente près des 2/3 des terres de la région étudiée. La végétation dite naturelle, c'est-à-dire les fôrets ainsi que les étendues couvertes d'arbustes et de plantes herbacées (pâturages non amendés, friches herbacées, gazons, etc.) occupait 120 000 ha, soit un peu plus du tiers de la région étudiée.

MILIEUX HUMIDES EN 1981

La classification du Groupe national de travail sur les milieux humides (Tarnocai, 1979) retient les cinq types de milieux humides suivants: les tourbières ombrotrophes, les tourbières minérotrophes, les marécages, les marais et les sols

Table 1
Land Cover Area in 1981 of the Montreal Region

	(ha)
Non-natural vegetation	137 000
Cereals and vegetables	70 000
Improved grasslands	65 000
Small Fruits	2 000
"Natural" vegetation	120 000
Trees	54 000
Shrubs	21 000
Herbs	45 000
Built-up areas	83 000
Land (total)	340 000
Water (total)	62 000
Study area (total)	402 000

The non-natural vegetation and built-up areas totalled 220 000 ha, which represent approximately 2/3 of the land in the study area. The natural vegetation, including forests, shrublands and grasslands (unimproved grasslands, idle lands, lawns...), covered 120 000 ha, or 1/3 of the land in the study area.

WETLAND IN 1981

The classification set out by the National Wetland Working Group (Tarnocai, 1979) lists five classes of wetland: bog, fen, marsh, swamp, and shallow water. In the Montreal region, application of this classification indicated that wetland occupied 5 427 ha in 1981, or 1,4% of the study area (Table 2, Figure 2). Swamps account for a

légèrement submergés. Dans la région de Montréal, les milieux humides occupent 5 427 ha en 1981, soit seulement 1,4% de la région étudiée (tableau 2, figure 2). Les marécages représentent un peu plus de la moitié des milieux humides, tandis que les marais et les tourbières ombrotrophes, près du quart chacun. Enfin, les sols légèrement submergés et les tourbières minérotrophes sont rares.

Tourbière ombrotrophe

Un climat froid et humide ainsi que de mauvaises conditions de drainage favorisent la formation de tourbières. Ces sols sont formés

little over half of the total wetland, while marshes and bogs occupy nearly one quarter each. Shallow water and fens are scarce.

Bog

Bogs are formed in areas with cold, humid climates and poor drainage conditions. Their soils consist of the remains of dead or decomposing plants, and the rate of organic matter accumulation is higher than the rate of decomposition. Bogs are rarely affected by the mineral-enriched ground waters from surrounding soils; the waters in these systems being derived mainly from precipitation. The water table is generally near the surface and

Tableau 2 : SUPERFICIE DES MILIEUX HUMIDES (1966 - 1981)
Table 2 : WETLAND AREA (1966 -1981)

	1966		1981		Pertes-Losses		Gains – Gains	
MILIEUX HUMIDES - WETLANDS	ha	%*	ha	%*	ha	%/1966	ha	%/1966
Tourbière ombrotrophe - Bog	**1 043**	**17,9**	**925**	**17,0**	**118**	**11,3**	–	–
Bombée - Domed	35	0.6	35	0.6	–	–	–	–
Plate-Flat	1 008	17.3	890	16.4	118	11.7	–	–
Tourbière minérotrophe - Fen	**18**	**0,3**	**18**	**0,3**	–	–	–	–
Horizontale - Horizontal	18	0.3	18	0.3	–	–	–	–
Marécage - Swamp	**3 247**	**55,8**	**3 042**	**56,1**	**205**	**6,3**	–	–
De courant - Stream	285	4.9	276	5.1	9	3.2	–	–
De bordure - Peat margin	162	2.8	153	2.8	9	5.5	–	–
De bassin - Basin	172	3.0	167	3.1	5	2.9	–	–
Plat - Flat	1 350	23.2	1 212	22.3	138	10.2	–	–
Inondé - Floodplain	1 270	21.8	1 226	22.6	44	3.5	–	–
Sourceux - Spring	8	0.1	8	0.1	–	–	–	–
Marais - Marsh	**1 183**	**20,3**	**1 116**	**20,6**	**81**	**6,8**	**14**	**1,2**
Inondé - Floodplain	495	8.5	468	8.6	41	8.3	14	2.8
De courant - Stream	220	3.8	211	3.9	9	4.1	–	–
En chenal - Channel	66	1.1	66	1,2	–	–	–	–
De bassin peu profond - Shallow basin	368	6.3	337	6.2	31	8,4	–	–
De littoral - Shore	34	0.6	34	0.6	–	–	–	–
Sols légèrement submergés - Shallow water	**328**	**5,6**	**326**	**6,0**	**2**	**0,6**	–	–
De courant - Stream	158	2.7	158	2.9	–	–	–	–
En chenal - Channel	19	0.3	19	0,4	–	–	–	–
En oxbow - Oxbow	10	0.2	10	0.2	–	–	–	–
De bassin peu profond - Shallow basin	14	0.2	12	0.2	2	14.3	–	–
De littoral - Shore	127	2.2	127	2.3	–	–	–	–
TOTAL	**5 819**	**100,0**	**5 427**	**100,0**	**406**	**7,0**	**14**	**0,2**

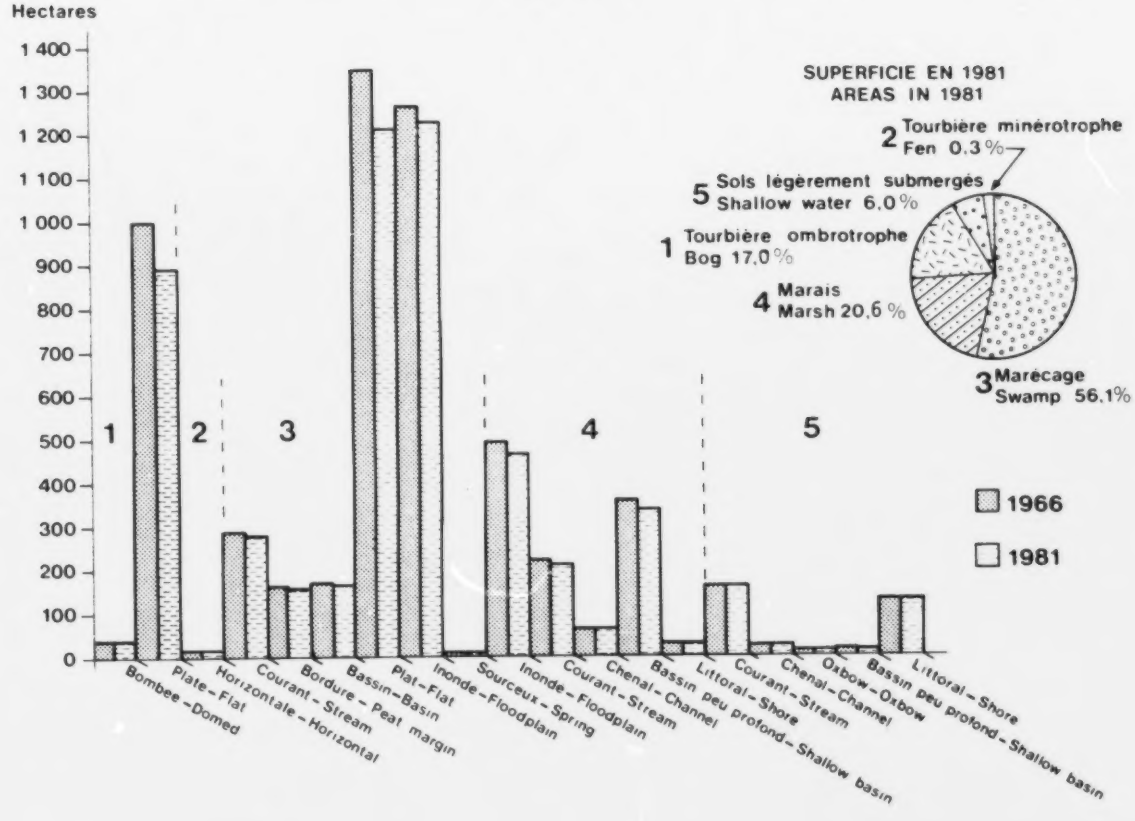
* La somme des chiffres exprimés en pourcentage peut différer des totaux respectifs à cause de l'arrondissement à une décimale.

* Percentage figures may not add up to indicated totals due to rounding

de résidus de plantes mortes ou en décomposition, car le taux d'accumulation de la matière organique excède le taux de décomposition. La tourbière ombrotrophe est peu influencée par les eaux souterraines enrichies d'éléments minéraux provenant des sols voisins. La nappe phréatique se trouve généralement près du niveau du sol et la tourbe de surface est acide et peu ou modérément décomposée. Ce type de tourbière peut être boisée ou non.

the surface materials are acidic and slightly or moderately decomposed. Bogs may be treed or treeless.

FIGURE 2
SUPERFICIE DES MILIEUX HUMIDES
WETLAND AREA
(1966 -1981)



Les tourbières ombrotrophes boisées de Montréal se composent surtout de mélèze, d'épinette noire, de sapin et parfois de pin blanc. Les espèces arbustives sont Chamaedaphne calyculata, Nemopanthus mucronata, Kalmia angustifolia, Viburnum cassinoides et Ledum groenlandicum. Les plantes herbacées sont plutôt rares. Par contre, les mousses forment un tapis dense qui se compose principalement de sphaignes comme Sphagnum fallax et S. papillosum. Les tourbières ombrotrophes herbacées se caractérisent par une strate importante de Carex oligosperma, C. trisperma, de même qu'un tapis continu de sphaignes: S. fallax, S. papillosum et S. nemoreum étant les plus abondantes. La strate arbustive possède une couverture d'environ 5% et est dominée principalement par Chamaedaphne calyculata, Kalmia angustifolia et Rhododendron canadense. On y trouve également ici et là de petits bouleaux gris, des mélèzes et des pins blancs.

Dans la région de Montréal, seules les formes bombées (surface convexe) ou plates ont été observées. Les 925 ha de ces types de tourbières (17,0% des milieux humides en 1981) se trouvent principalement à Sainte-Thérèse et Terrebonne.

Tourbière minérotrophe

Celle-ci diffère de la tourbière ombrotrophe, du fait que sa végétation est en contact avec une eau enrichie d'éléments nutritifs. La nappe phréatique se trouve aussi généralement près du niveau du sol; cependant, la tourbe de surface est plus basique et mieux décomposée que dans les tourbières ombrotrophes. De plus, la végétation y est plus riche et constituée surtout de plantes herbacées.

Treed bogs in the Montreal region support principally tamarack, accompanied by black spruce, fir, and occasionally, white pine. The shrub species present are Chamaedaphne calyculata, Nemopanthus mucronata, Kalmia angustifolia, Viburnum cassinoides, and Ledum groenlandicum. Herbaceous plants are fairly scarce. Mosses, on the other hand, form a dense carpet mainly composed of Sphagnum fallax and S. papillosum. Grassed bogs are characterized by a dense layer of Carex oligosperma, C. trisperma, and a continuous carpet of Sphagnum (S. fallax, S. papillosum, and S. nemoreum are the most common). Shrub layer cover accounts for approximately 5% and is mainly dominated by Chamaedaphne calyculata, Kalmia angustifolia, and Rhododendron canadense. Small grey birch, tamarack and white pine are found sporadically.

In the Montreal region, only domed and flat bog forms were noted. The 925 ha of bogs (17,0% of all the wetlands present in 1981) are found mainly in the areas of Sainte-Thérèse and Terrebonne.

Fen

Fens differ from bogs in that their ground waters are enriched with nutrients from surrounding soils. Flowing water through such systems is common. The water table is once again near the surface in general but the surface peat is less acidic and well decomposed. Vegetation diversity is richer and composed mainly of herbs.

In the Montreal region, fen vegetation is characterized by a herbaceous layer dominated by sedges including Carex pseudo-cyperus, C. canescens, and C. lupulina. The moss layer is

À Montréal, la végétation de la tourbière minérotrophe se caractérise par une herbaçaie dominée par le genre Carex: C. pseudo-cyperus, C. canescens et C. lupulina. La strate muscinale est assez importante et est dominée par Sphagnum fimbriatum et S. squarrosum. Les espèces ligneuses, quoique rares, sont représentées par Spiraea alba var. latifolia et le mélèze.

La tourbière minérotrophe horizontale (surface plate et uniforme avec de petits cours d'eau) couvre à peine 18 ha au nord d'Oka et à La Prairie. Cette superficie représente seulement 0,3% de tous les milieux humides de la région étudiée en 1981.

Marécage

Le marécage est un milieu humide boisé ou couvert d'arbustes se développant sur des sols minéraux ou tourbeux. La tourbe, lorsque présente, est bien décomposée. Il y a souvent une abondance de dépressions remplies d'eau et de chenaux dont les eaux sont riches en éléments minéraux. Ces eaux peuvent être stagnantes ou à écoulement lent.

À l'intérieur de la région étudiée, six sous-types de marécages ont été observés:

de courant - situé le long de cours d'eau permanents ou semi-permanents;
de bordure - situé en bordure de tourbières;
de bassin - situé dans une dépression;
plat - topographie plate, profondeur généralement uniforme;
inondé - situé dans une plaine d'inondation;
sourceux - topographie irrégulière, décharge d'un cours d'eau.

fairly dense and is dominated by Sphagnum fimbriatum and S. squarrosum. Woody plants (Spiraea alba var. latifolia and tamarack) are sparse.

Horizontal fens, characterized by flat and uniform surfaces with small water courses, cover an area of only 18 ha north of Oka and La Prairie. This area accounted for only 0,3% of the wetland in the study area in 1981.

Swamp

Swamps are wooded or brush-covered wetland which develop on mineral or peaty soils. When peat is present, it is usually well decomposed. Frequently, there are large numbers of pools and channels filled with nutrient-rich water. The water may be stagnant or slow moving.

Within the study area, six swamp forms were observed:

stream - located along a permanent or semi-permanent water course;
peat margin - located on the edges of bogs;
basin - located in a depression;
flat - flat topography, generally of uniform depth;
floodplain - located in a floodplain;
spring - irregular topography, discharge of a water course.

Hardwood swamps are composed of stands of silver maple, red maple, red ash, or willow communities. Companion species in the silver maple stands are usually the red ash and white elm. The shrub layer is rare with Cephalanthus occidentalis occurring most frequently. The herbaceous layer is dominated by Onoclea sensibilis and Laportea canadensis. These species are

Les marécages de feuillus sont souvent formés d'érablière argentée, d'érablière rouge, de frênaie rouge ou de saulaie. Les espèces compagnes les plus souvent présentes de l'érablière argentée sont le frêne rouge et l'orme blanc. La strate arbustive est peu développée et la strate herbacée est dominée par Onoclea sensibilis et Laportea canadensis. Elles sont accompagnées par Boehmeria cylindrica, Impatiens capensis, Bidens frondosa, Leersia oryzoides, Eupatorium rugosum et Lycopus uniflorus. Dans les dépressions plus humides, s'installent Typha angustifolia, Butomus umbellatus, Lythrum salicaria et Sagittaria latifolia. Mais souvent, lorsque le niveau d'eau tarde à baisser, la végétation herbacée ne peut s'installer dans le sous-bois ce qui laisse une grande surface du sol à decouvert. Ce peuplement est localisé principalement dans la plaine d'inondation de la rivière des Milles Îles et du lac des Deux-Montagnes. L'érablière rouge se compose d'érable rouge, d'orme blanc, de frêne noir, d'érable argenté et de bouleau gris. La strate arbustive est variée et représentée, entre autres, par Alnus rugosa et Viburnum cassinoides. La strate herbacée est surtout formée d'Onoclea sensibilis. Les espèces compagnes sont semblables à celles de l'érablière argentée, mais comptent un plus grand nombre de fougères dont Osmunda cinnamomea, Dryopteris austriaca var. spinulosa et Pteridium aquilinum.

Les marécages de conifères sont constitués principalement de thuya; parfois, le mélèze est codominant. Les espèces compagnes sont le frêne noir, l'érable argenté, l'orme blanc et l'érable rouge. Alnus rugosa, Cornus stolonifera et Ilex verticillata constituent la strate arbustive.

accompanied by Boehmeria cylindrica, Impatiens capensis, Bidens frondosa, Leersia oryzoides, Eupatorium rugosum, and Lycopus uniflorus. In wetter areas, Typha angustifolia, Butomus umbellatus, Lythrum salicaria and Sagittaria latifolia are encountered. Often when water is present over prolonged periods, herbaceous vegetation cannot establish itself and large areas of soil are left bare. Vegetation associated with swamps is found mainly in the Mille Îles River and Lake of Two Mountains floodplain. Red maple stands are composed of red maple, white elm, black ash, silver maple, and grey birch. The shrub layer is varied and represented by species such as Alnus rugosa and Viburnum cassinoides. The herbaceous layer is mainly formed of Onoclea sensibilis. The companion species are similar to those in silver maple stands, but ferns are more numerous and varied with Osmunda cinnamomea, Dryopteris austriaca var. spinulosa, and Pteridium aquilinum.

Softwood swamps are dominated by cedar, although tamarack may be codominant. The companion species are black ash, silver maple, white elm, and red maple. The shrub layer is composed of Alnus rugosa, Cornus stolonifera, and Ilex verticillata. The dominant herbaceous plant is Onoclea sensibilis and the companion species differ little from those mentioned above.

Finally, tall shrub swamps are composed of alders and willows (Salix bebbiana, S. discolor and S. petiolaris), and low shrub swamps are populated by Spiraea alba var. latifolia. Other species present include grey birch, Cephalanthus occidentalis, and Cornus stolonifera. The herbaceous layer is represented by Typha angustifolia, Onoclea sensibilis, and Osmunda regalis.

Aussi, l'Onoclea sensibilis domine; les espèces compagnes diffèrent peu de celles déjà mentionnées.

Enfin, les marécages arbustifs hauts inventoriés se composent d'aulnes et de saules (S. bebbiana, S. discolor et S. petiolaris) alors que les marécages arbustifs bas sont plutôt constitués de Spiraea alba var. latifolia. Outre ces espèces, on trouve aussi le bouleau gris, Cephalanthus occidentalis et Cornus stolonifera. La strate herbacée est formée de Typha angustifolia, d'Onoclea sensibilis et d'Osmunda regalis.

Les marécages sont les milieux humides les plus importants de Montréal. Ils totalisent 3 042 ha, ce qui représente 56,1% des milieux humides de 1981. Ils se trouvent surtout le long de la rivière des Mille Îles, du lac des Deux-Montagnes et du lac Saint-Louis.

Marais

Le sol des marais est généralement minéral et périodiquement inondé. Le niveau d'eau peut varier selon les années, laissant parfois certains endroits exondés. La végétation est composée de plantes herbacées hygrophiles ainsi que de plantes aquatiques submergées et flottantes. Parfois, le marais est bordé par une lisière d'arbres ou d'arbustes dont le recouvrement ne dépasse pas 25% de la surface.

Montréal comporte les cinq sous-types de marais suivants:

inondé	-	situé dans des plaines d'inondation;

Swamps were the most prevalent wetland type in 1981 in the Montreal region. They covered 3 042 ha, or 56,1% of all wetlands, and are mainly found along the Mille Îles River, Lake of Two Mountains, and Lake St. Louis.

Marsh

Marshes usually have mineral soils and are periodically flooded. Water levels may vary from year to year, leaving some areas emersed. Vegetation is comprised of hygrophilous herbs, and submerged or floating aquatic plants. Marshes may be bordered by bands of trees or shrubs. Woody vegetation, when present, covers less than 25% of the surface.

The five following marsh forms are found in the Montreal region:

floodplain	-	located in floodplains;
stream	-	located along water courses or islands;
channel	-	occupying intermittent water courses or closed channels;
shallow basin	-	located in shallow, gently sloped hollows;
shore	-	occupying lakeshores.

In marshes located along periodically flooded water courses, Sagittaria latifolia dominates and is accompanied by Lythrum salicaria, Butomus umbellatus, and Typha angustifolia. In other locations, Scirpus americanus may dominate with S. fluviatilis, S. lacustris, and Spartina pectinata. In depressions located further inland, Typha

de courant	-	situé le long de cours d'eau ou d'îles;
en chenal	-	occupe les cours d'eau intermittents ou les chenaux fermés;
de bassin peu profond	-	situé dans une dépression peu profonde à pente douce;
de littoral	-	occupe les rives de lacs.

Dans les marais situés le long des cours d'eau inondés périodiquement, Sagittaria latifolia domine, accompagné de Lythrum salicaria, Butomus umbellatus et Typha angustifolia. En d'autres endroits, on note Scirpus americanus avec S. fluviatilis, S. lacustris et Spartina pectinata. Dans les dépressions situées davantage à l'intérieur des terres, Typha angustifolia et Butomus umbellatus codominent et s'associent avec Lythrum salicaria, Sagittaria latifolia, Sparganium eurycarpum et Pontederia cordata.

La superficie des marais, très nombreux dans les îles du fleuve Saint-Laurent et du lac Saint-Louis, se chiffre à 1 116 ha. Ils représentent 20,6% des milieux humides de 1981.

Sols légèrement submergés

Ce type de milieu humide comprend des sols couverts d'eau stagnante ou courante de moins de deux mètres de profondeur au milieu de l'été et dont 75% de la surface est dépourvue de végétation. Lorsque cette dernière est présente, elle se limite aux plantes submergées et flottantes. Ces

angustifolia and Butomus umbellatus codominate and are accompanied by Lythrum salicaria, Sagittaria latifolia, Sparganium eurycarpum, and Pontederia cordata.

Marshes are very numerous on islands in the St. Lawrence River and Lake St. Louis, and occupied 1 116 ha or 20,6% of the wetlands in the study area in 1981.

Shallow Water

This class of wetland is comprised of areas which are covered with standing or flowing water less than two metres deep in midsummer and by vegetation cover of generally less than 25%. When vegetation is present, it is limited to submerged and floating plants. These expanses of water include ponds, pools, sloughs, shallow lakes, bays, lagoons, oxbows, and channels located inland or in the middle of bogs or marshes.

Shallow waters in the Montreal region include the following five forms:

stream	-	occupying the shores of islands;
channel	-	occupying closed channels;
oxbow	-	occupying an abandoned water course;
shallow basin	-	located in a shallow, lightly sloped depression;
shore	-	occupying the shores of lakes and bays.

The principal plants encountered are Lemna minor and Nymphaea odorata. Shallow waters are found scattered throughout the

étendues d'eau sont en fait des étangs, des baies, des lacs peu profonds, des bras morts et des chenaux à l'intérieur des terres ou au centre des tourbières et des marais.

Les sols légèrement submergés de Montréal comprennent les cinq sous-types suivants:

- de courant - occupe le rivage des îles;
- en chenal - occupe les chenaux fermés;
- en oxbow - occupe un bras mort d'un cours d'eau;
- de bassin peu profond - situé dans une dépression peu profonde à pente douce;
- de littoral - occupe le rive des lacs et des baies.

Les principales plantes observées sont Lemna minor et Nymphaea odorata. Elles sont disséminées dans la région étudiée et totalisent 326 ha, soit 6,0% des milieux humides de 1981.

PERTES ET GAINS ENTRE 1966 ET 1981

La superficie des milieux humides de la région de Montréal est passée de 5 819 ha à 5 427 ha entre 1966 et 1981: il y a eu 406 ha de pertes et 14 ha de gains, pour une perte nette de 392 ha (6,7% des milieux humides présent en 1966). La perte annuelle de milieux humides est donc de 26,1 ha par année (tableau 2). Les tourbières ombrotrophes ont vu leur superficie diminuer de 29,1% (118 ha), les marais de 20,0% (81 ha), les marécages de 50,5% (205 ha), et enfin, les sols légèrement submergés de 0,5% (2 ha). Aucune perte n'a été enregistrée dans les tourbières minérotrophes (tableau 3). La plupart des pertes

study area and accounted for a total of 326 ha or 6,0% of the wetland present in 1981.

LOSSES AND GAINS BETWEEN 1966 AND 1981

The total net wetland area in the Montreal region declined from 5 819 ha to 5 427 ha between 1966 and 1981. This total is composed of 406 ha of wetland converted to other uses and 14 ha of reclaimed new wetland, yielding a 392 ha (6,7%) net wetland loss during the study period, with an annual rate of loss estimated at 26,1 ha per year (Table 2). Bog losses accounted for 29,1% (118 ha), marshes 20,0% (81 ha), swamps 50,5% (205 ha) and shallow waters 0,5% (2 ha). Fens did not undergo any losses (Table 3). Most losses were located in the northern part of the study area, in Sainte-Thérèse, Terrebonne and the Mille Îles River. Only one wetland gain was recorded within the entire study area. In the 1970's, Transport Canada dumped dredgings in a channel in the Îles de Varennes, forming knolls which have raised the water table in an agriculture milieu (pasture). This has resulted in the formation of several marshes covering 14 ha, which represents 0,2% of all wetland present in 1966.

Table 3 and Figure 3 show losses by wetland class and form due to man-made modifications. Agriculture (100 ha) and transportation infrastructures (87 ha) are the main causes of wetland reductions, accounting for 24,6% and 21,4% respectively. Other contributing factors are residential development (14,3% or 58 ha), landfill (11,3% or 46 ha), and industrial development (10,3% or 42 ha). If all activities related to urbanization are grouped together, the resultant loss is 268 ha, or 66,0% of the total (Figure 4A).

est localisée en périphérie nord de Montréal, particulièrement dans la région de Sainte-Thérèse, Terrebonne et le long de la rivière des Mille Îles. Un seul gain a été relevé sur l'ensemble du territoire. En effet, dans les années 70, Transports Canada a déposé des résidus de dragage dans un chenal des Îles de Varennes formant ainsi des buttes qui ont augmenté la hauteur de la nappe phréatique. Cela a entrainé la formation de 14 ha de marais (0,2% des milieux humides de 1966) dans un endroit qui était jadis consacré au pâturage.

Le tableau 3 et la figure 3 illustrent les pertes pour chaque type et sous-type de milieux humides en fonction des modifications

Agriculture had an impact primarily on flat bogs (75 ha), which were drained for market gardening and other agricultural uses (Figure 4B). Transportation infrastructures mainly resulted in changes to flat swamps (47 ha) and flat bogs (29 ha). The construction of highway 640 north of Montreal and the installation of hydroelectric power lines were the principal factors. Residential development was carried out mainly to the detriment of flat swamps (21 ha) and floodplain swamps (19 ha). Land filling took place primarily along the shores of water courses, affecting floodplain marshes to the greatest extent (35 ha). Finally, industrial expansion took place on flat swamps (31 ha).

Tableau 3 : PERTES ET GAINS DE MILIEUX HUMIDES (1966 - 1981)
Table 3 : WETLAND LOSS AND GAIN (1966 -1981)

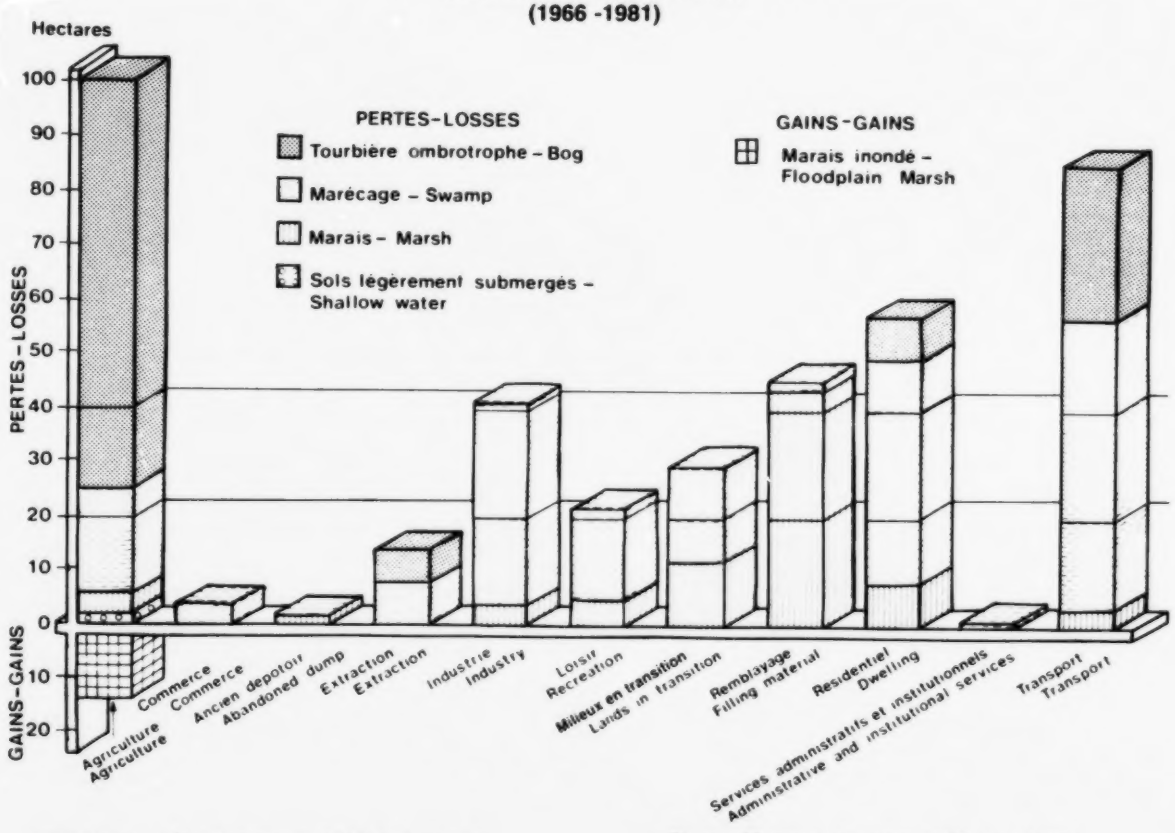
MILIEUX HUMIDES – WETLANDS	Agriculture – Agriculture	Commerce – Commerce	Ancien dépotoir – Abandoned dump	Extraction – Extraction	Industrie – Industry	Loisir – Recreation	Milieux en transition – Lands in transition [1]	Remblayage – Filling material	Résidentiel – Dwelling	Services administratifs et institutionnels – Administratif institutional services	Transport – Transport	TOTAL (ha)	%
Tourbière ombrotrophe – Bog	75	<1	–	6	–	–	–	–	8	–	29	**118**	**29,1**
Plate – Flat	75	<1	–	6	–	–	–	–	8	–	29	118	29,1
Marécage – Swamp	19	4	–	8	39	17	18	2	42	1	55	**205**	**50,5**
De courant – Stream	1	–	–	–	6	–	–	–	2	–	–	9	2,2
De bordure – Peat margin	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9	2,2
De bassin – Basin	–	–	–	–	1	4	–	–	–	–	–	5	1,2
Plat – Flat	4	–	–	8	31	11	16	–	21	–	47	138	34,0
Inondé – Floodplain	5	4	–	–	1	2	2	2	19	1	8	44	10,8
Marais – Marsh	4	–	2	–	3	5	12	44	8	–	3	**81**	**20,0**
Inondé – Floodplain	4[2]	–	–	–	–	2	–	35	–	–	–	41	10,1
De courant – Stream	–	–	–	–	–	–	–	9	–	–	–	9	2,2
De bassin peu profond – Shallow basin	–	–	2	–	3	3	12	–	8	–	3	31	7,6
Sols légèrement submergés – Shallow water	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	**2**	**0,5**
De bassin peu profond – Shallow basin	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	0,5
TOTAL (ha)	100	4	2	14	42	22	30	46	58	1	87	406	100,0
% [3]	24,6	1,0	0,5	3,5	10,3	5,4	7,4	11,3	14,3	0,3	21,4	100,0	

1 - Milieux en transition : Cette catégorie englobe toutes les terres ayant subi des modifications qui portent à croire qu'il y aura une utilisation anthropique du sol dans un avenir proche.
- Land in transition : Includes all land which has undergone modifications and there is evidence that, at some future date, there may be a land use activity on the land.

2 - Outre les 4 ha de marais dits inondés perdus aux dépens de l'agriculture, il y a eu 14 ha qui ont été gagnés sur des terres qui étaient utilisées jadis pour le pâturage.
- In addition to 4 ha floodplain marsh lost from agriculture, 14 ha have been gained on former pasture lands.

3 - La somme des chiffres exprimés en pourcentage peut différer des totaux respectifs à cause de l'arrondissement à une décimale.
- Percentage figures may not add up to indicated totals due to rounding.

FIGURE 3
PERTES ET GAINS DE MILIEUX HUMIDES
WETLAND LOSS AND GAIN
(1966 -1981)



humaines. L'agriculture (100 ha) et les infrastructures de transport (87 ha) sont les principales causes de la diminution des milieux humides, comptant respectivement pour 24,6% et 21,4% du total des pertes. Viennent ensuite le développement résidentiel qui totalise 14,3% (58 ha), le remblayage 11,3% (46 ha) et le développement industriel 10,3% (42 ha). Si nous regroupons toutes les activités reliées à l'urbanisation, la superficie des pertes est de 268 ha, soit 66,0% de l'ensemble des pertes (figure 4A).

L'agriculture a eu un impact surtout sur les tourbières ombrotrophes plates (75 ha) qui ont, entre autres, été asséchées pour la

These figures compare well to those identified by Le Groupe Dryade (1981) concerning riparian habitat losses along the St. Lawrence River between Cornwall and Matane. During the 1965-78 period, 250 ha of lost wetland were recorded along river shores in the Montreal area. Also noted during the 1950-65 period was that a larger amount (1 700 ha) of "natural" wetland underwent modifications, especially in the La Prairie area. The causes of the wetland losses during the two periods were land filling, housing and transport activities. Wetland which underwent modifications could be classified as submerged, emerged and hydrophileous herb marshes.

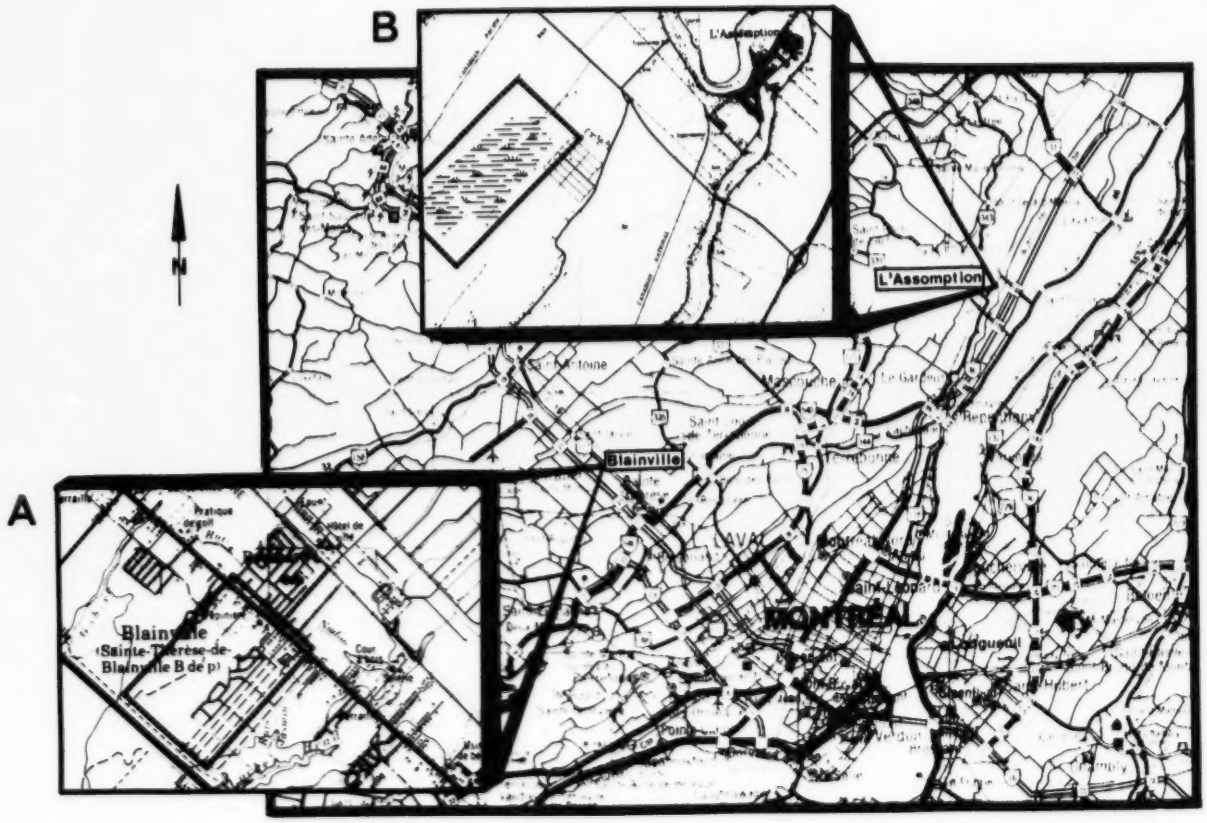
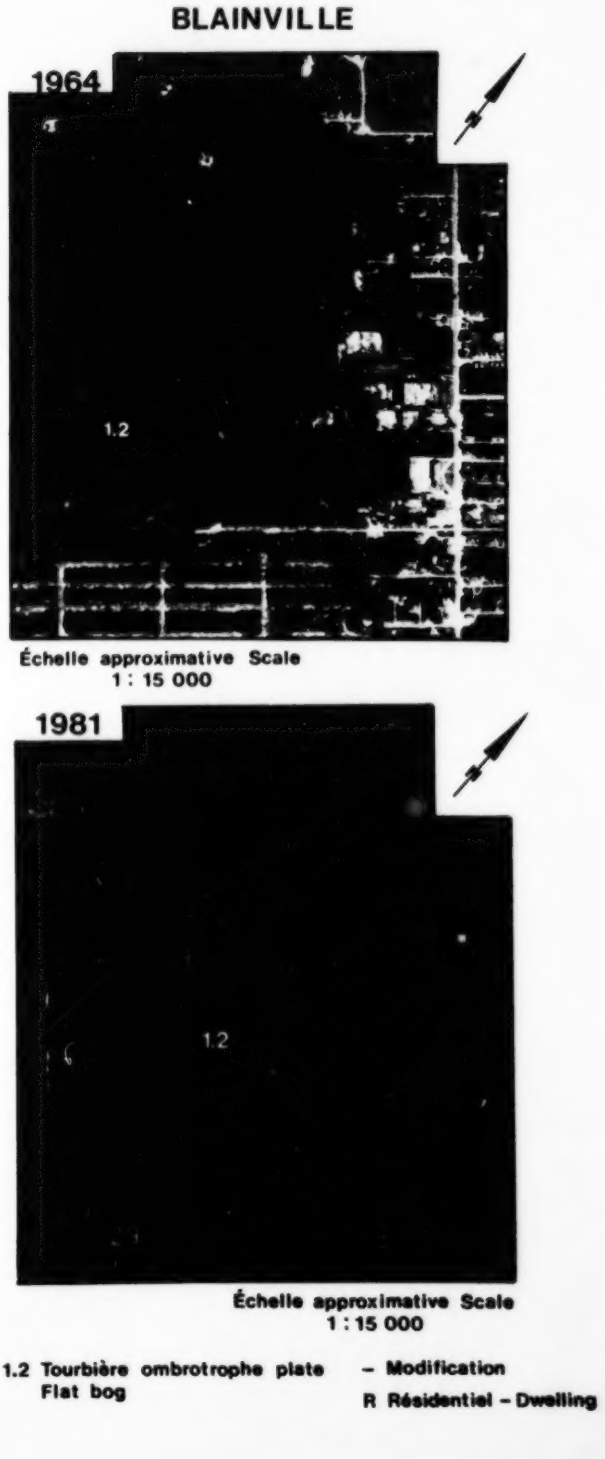


Figure 4: Exemples de pertes de milieux humides/
Examples of Wetland Loss: (A) Blainville,
(B) L'Assomption

culture maraîchère (figure 4B). Les infrastructures de transport ont surtout touché les marécages plats (47 ha) et les tourbières ombrotrophes plates (29 ha); la construction de l'autoroute 640 au nord de Montréal et la mise en place de lignes de transport hydro-électriques en sont les principales causes. Le développement résidentiel a été réalisé surtout au détriment des marécages plats (21 ha) et des marécages inondés (19 ha). Le remblayage s'effectuant principalement sur les rives de cours d'eau, ce sont les marais inondés qui ont été le plus affectés (35 ha). Enfin, les industries se sont installées davantage sur les marécages plats (31 ha).

Ces chiffres sont comparables à l'étude effectuée par le Groupe Dryade (1981) concernant les pertes d'habitats riverains le long du St-Laurent entre Cornwall et Matane. En effet, pour la période s'étendant de 1965 à 1978, 250 ha de milieux humides de la région de Montréal ont été perdus. Il faut souligner cependant que les pertes sont survenues surtout entre 1950 et 1965: 1 700 ha de milieux humides, qui étaient à toute fin pratique laissées à l'état "naturel" dans la ville de Montréal et ses environs, ont subi des transformations anthropiques au cours de cette période; il est à noter que les pertes s'élèvent à 1 100 ha dans le seul secteur du bassin de la Prairie. Les causes des pertes de milieux humides au cours de ces deux périodes ont été, par ordre d'importance, les remblais, les développements domiciliaires et les transports (routier et maritime). Les milieux humides qui ont subi des transformations pourraient être classées dans les marais selon le Groupe Dryade Ltée (1981). Il s'agit, par ordre d'importance, d'herbaçaies submergées, d'herbaçaies émergées et d'herbaçaies humides longeant le fleuve.

Figure 4A: Exemple de pertes de milieux humides: Blainville / Example of Wetland Loss: Blainville



1.2 Tourbière ombrotrophe plate
Flat bog

– Modification

R Résidentiel – Dwelling

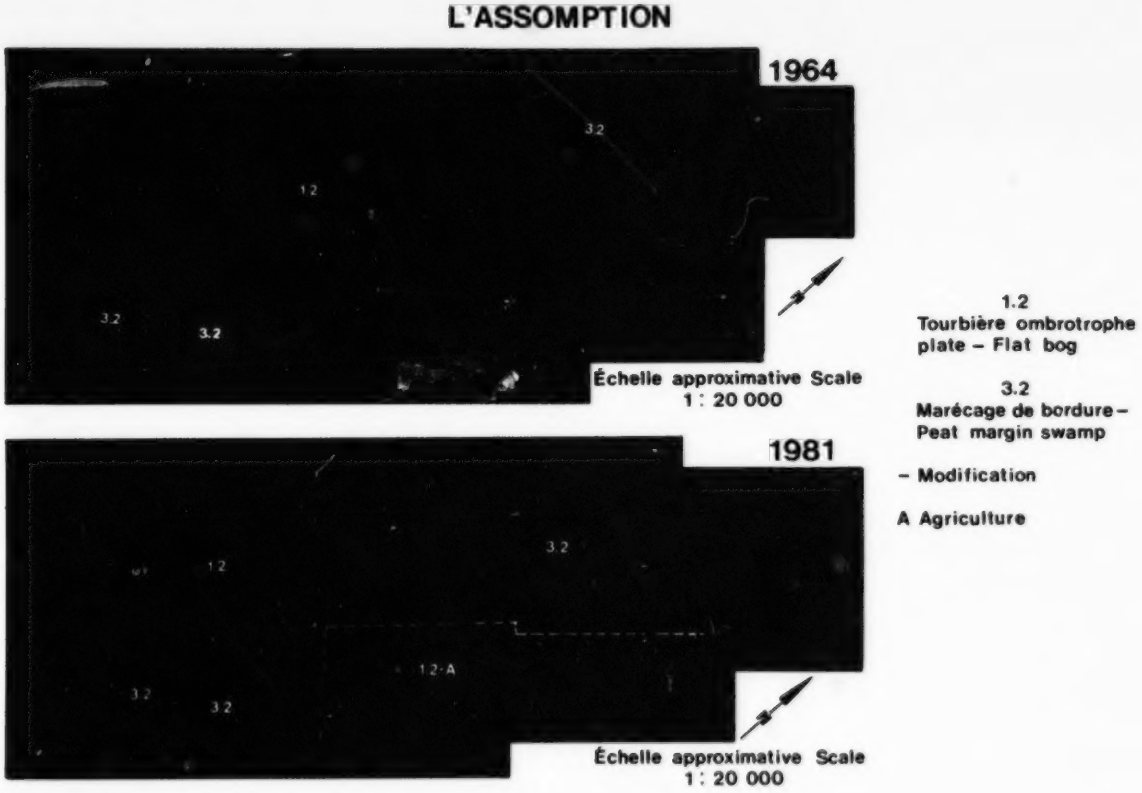


Figure 4B: Exemple de pertes de milieux humides: L'Assomption
Example of Wetland Loss: L'Assomption

Les résultats de la présente étude concordent bien également avec ceux de Kessel-Taylor (1984). Cette auteure a démontré que les milieux humides de la région de Montréal ont diminué de 10% entre 1966 et 1976; ces données proviennent de l'analyse de cartes numérisées concernant l'utilisation et le potentiel agricole des terres. Dans cette même étude, Kessel-Taylor a montré que environ 80% des milieux humides présents au début de la colonisation (1650) n'existaient plus en 1966.

The 7,0% loss of wetland area from 1966-81 in this study also compares favorably to wetland loss results reported by Kessel-Taylor (1984). In this study, a loss of 10% of the Montreal UCR wetlands from 1966-76 was recorded using computerized land use and agricultural capability data. Kessel-Taylor (1984) also noted that approximately 80% of the wetland present around Montreal before settlement (circa 1650) had been lost by 1966.

CONCLUSIONS

L'analyse des photographies aériennes et des cartes de la région de Montréal a permis de localiser et de mesurer les milieux humides qui totalisaient à peine 5 427 ha en 1981, ce qui ne représente que 1,4% de la superficie totale étudiée. Sur la rive nord, ils se trouvent principalement en bordure des plans d'eau, tels la rivière des Mille Îles, le lac Saint-Louis et le fleuve Saint-Laurent. Sur la rive sud, ils sont plus dispersés.

Une comparaison entre les milieux humides de 1966 et ceux de 1981 a permis de démontrer qu'il y a eu une perte de 406 ha, soit 7,0% des milieux humides de 1966. Les marécages ont été le site de nouvelles constructions domiciliaires voulant s'harmoniser avec la nature alors que les tourbières sont recherchées davantage pour l'agriculture à cause de leur sol riche en matière organique. Les gains, eux, se chiffrent à 14 ha, soit 0,2% des milieux humides de 1966.

Les milieux humides de la région de Montréal sont rares. Depuis les deux dernières décennies, ils ont subi une pression venant des secteurs urbains et agricoles qui peut être qualifiée de modéré. Cependant, compte tenu de leurs rôles écologiques, il devient fort important:

1. de continuer l'évaluation des pertes et des gains de milieux humides;
2. d'évaluer le rôle écologique des milieux humides afin de mieux mesurer l'importance des pertes; et
3. de faire connaître l'importance des milieux humides aux hommes.

CONCLUSIONS

Through the analysis of aerial photographs and maps of the Montreal region, the location and measurement of wetland indicate that it occupied a total of 5 427 ha in 1981, or 1,4% of the study area. On the North Shore, wetland is found mainly along water courses such as the Mille Iles River, Lake St. Louis, and the St. Lawrence River. On the South Shore, it is more scattered.

By comparing the area of wetland in 1966 with that present in 1981, a loss of 406 ha, or 7,0% of the 1966 total was recorded in this study. Many swamps became sites for new rural residences , while bogs have been sought more often for agriculture because of the rich organic matter content of their soils. Gains amounted to only 14 ha within the study area, or 0,2% of the wetland present in 1966.

Wetland in the Montreal region is scarce. For the last two decades, it has undergone moderate land use pressure from urban and agriculture sectors. However, due to its ecological importance, it appears essential:

1. to continue land use monitoring of wetland;
2. to evaluate the ecological functions of wetland in order to measure the importance of losses; and
3. to promote awareness of the value of wetland.

RÉFÉRENCES

GIERMAN, D. 1981. Système de classification pour la surveillance de l'utilisation des terres. Environnement Canada, Direction générale des terres, Hull. Document de travail n^{o} 17, 43 p.

IRELAND, R.R., C.D. BIRD, G.R. BRASSARD, W.B. SCHOFIELD et D.H. VITT. 1980. Checklist of the Mosses of Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa. Publications de botanique n^{o} 8, 75 p.

LE GROUPE DRYADE. 1981. Habitats propices aux oiseaux migrateurs. Analyse des pertes de végétation riveraine le long du Saint-Laurent entre Cornwall et Matane (1945-1960, 1960-1976). Environnement Canada, Service canadien de la faune, Ste. Foy, 25 p.

KESSEL-TAYLOR, I. 1984. A Quantitative Analysis of Land Use Dynamics on Wetlands for Twenty-three Urban Centred Regions in Canada. Environnement Canada, Direction générale des terres. Programme de surveillance de l'utilisation des terres au Canada, Hull. Rapport interne (section 3.8 pp. 25-27).

RUMP, P. 1983. Land Use Monitoring in Canada. Compte rendu d'une conférence portant sur Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends, Corvallis, Oregon. 15 au 19 août 1983, 4 p.

REFERENCES

GIERMAN, D. 1981. Land Use Classification for Land Use Monitoring. Environment Canada, Lands Directorate, Hull. Working Paper No. 17, 43 p.

IRELAND, R.R., C.D. BIRD, G.R. BRASSARD, W.B. SCHOFIELD and D.H. VITT. 1980. Checklist of the Mosses of Canada. National Museum of Canada, Ottawa. Publications in Botany. No. 8, 75 p.

LE GROUPE DRYADE. 1981. Habitats propices aux oiseaux migrateurs. Analyse des pertes de végétation riveraine le long du Saint-Laurent entre Cornwall et Matane (1945-1960, 1960-1976). Environment Canada, Canadian Wildlife Service, Ste. Foy, 25 p.

KESSEL-TAYLOR, I. 1984. A Quantitative Analysis of Land Use Dynamics on Wetlands For Twenty-three Urban Centred Regions in Canada. Draft Report, Canada Land Use Monitoring Program. Lands Directorate, Environment Canada. Hull. Section 3.8. pp. 25-27.

RUMP, P. 1983. Land Use Monitoring in Canada. Proc. Int. Conf. on Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends, Corvallis, Oregon. Aug. 15-19, 1983. 4 p.

SCOGGAN, H.J. 1979. The Flora of Canada. National Museum of Canada, Ottawa. Publications in Botany No. 7, 4 vol., 1 711 p.

SCOGGAN, H.J. 1979. The Flora of Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa. Publications de botanique n° 7, 4 tomes, 1 711 p.

TARNOCAI, C. 1979. Canadian Wetland Registry. Compte rendu d'un atelier sur les terres humides du Canada. Environnement Canada, Direction générale des terres, Hull. Série de la classification écologique du territoire n° 12: 9-38.

TARNOCAI, C. 1979. Canadian Wetland Registry. In Proceedings of a Workshop on Canadian Wetlands, Environment Canada, Lands Directorate, Hull. Ecological Land Classification Series No. 12, pp. 9-38.